

Een superabsorberend polymeer (SAP) is een materiaal dat grote hoeveelheden water kan absorberen. Dit kan bijvoorbeeld worden toegepast in luiers. Onderzoekers hebben een biologisch afbreekbaar superabsorberend polymeer (bio-SAP) ontwikkeld op basis van gebruikt katoen. Katoen bestaat voornamelijk uit cellulose en voor een klein deel uit pectine. Pectine is een polysacharide opgebouwd uit eenheden (α)-D-galacturonzuur.

Een eenheid (α)-D-galacturonzuur kan worden voorgesteld als een eenheid (β)-D-galactose, waarin de oriëntatie van de OH-groep op C1 anders is. Verder is de CH_2OH -groep vervangen door een carboxylgroep. In pectine zijn de eenheden (α)-D-galacturonzuur aan elkaar verbonden door middel van de OH-groepen aan de C-atomen met nummers 1 en 4.

- 3p 8 Teken de structuurformule van een fragment uit het midden van een keten van pectine. Dit fragment moet bestaan uit twee eenheden (α)-D-galacturonzuur.
- Gebruik de ruimtelijke notatie die ook in je informatieboek wordt gehanteerd.
 - Gebruik Binas-tabel 67F1 of ScienceData-tabel 13.1.d.

In de productie van het bio-SAP wordt eerst cellulose gewonnen uit gebruikt katoen, waarna de cellulose wordt omgezet tot carboxymethylcellulose (CMC). De omzetting vindt plaats in oplossing A bij 30 °C. Oplossing A wordt bereid door ethanol ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) en natriumhydroxide (NaOH) in een molverhouding van 1 : 1 in water op te lossen. Het uiteindelijke massapercentage van ethanol en natriumhydroxide samen bedraagt 18%. De dichtheid van oplossing A is $1,13 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

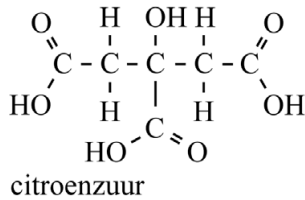
- 4p 9 Bereken de pH van oplossing A bij 30 °C. Maak onder andere gebruik van een gegeven uit Binas-tabel 50A of ScienceData-tabel 9.1.e.

Als eerste stap wordt cellulose toegevoegd aan oplossing A. Vervolgens wordt monochloor-ethaanzuur toegevoegd aan het reactiemengsel. In de optredende reacties wordt een klein deel van de OH-groepen in cellulose omgezet tot OCH_2COO^- -groepen. Bij deze reactie ontstaan behalve CMC ook chloride-ionen en water. De omzetting van een OH-groep van cellulose is op de uitwerkbijlage onvolledig weergegeven.

- 3p 10 Maak op de uitwerkbijlage de reactievergelijking compleet. Gebruik structuurformules voor de organische deeltjes.

Om de gevormde CMC te kunnen omzetten tot het bio-SAP, worden eerst de nog aanwezige negatief geladen groepen geneutraliseerd met een zure oplossing. Vervolgens wordt CMC gemengd met citroenzuur (zie de figuur). CMC wordt dan door condensatiereacties omgezet tot het bio-SAP.

figuur



- 3p 11 Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef aan welke karakteristieke groepen worden gevormd bij deze reacties.
 - Leg uit of er een netwerkpolymeer kan ontstaan.

Om het bio-SAP te maken hebben de onderzoekers CMC volledig laten reageren met citroenzuur in de massaverhouding CMC : citroenzuur = 9,0 : 1,0. De gemiddelde molaire massa van de gebruikte CMC bedraagt $152 \cdot 10^3 \text{ g mol}^{-1}$. Het gemiddelde aantal monomeereenheden per CMC-molecuul is $6,2 \cdot 10^2$.

- 4p 12 Bereken het aantal monomeereenheden CMC per molecuul citroenzuur in het materiaal. Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

Ten slotte wordt het gevormde bio-SAP nog behandeld met een base. Door deze behandeling zijn in het materiaal weer OCH_2COO^- -groepen aanwezig met daaraan gebonden natriumionen. Wanneer water wordt opgenomen in dit bio-SAP gaan de OCH_2COO^- -groepen elkaar afstoten. Hierdoor ontstaat meer afstand tussen de ketens waardoor het materiaal zeer veel water kan opnemen.

Wanneer dit bio-SAP wordt toegepast in luiers, is de hoeveelheid water die kan worden opgenomen afhankelijk van de pH van de urine.

- 3p 13 Leg uit of het materiaal bij lagere pH meer of minder water kan opnemen dan bij $\text{pH} = 7$. Betrek in je antwoord de interacties die een rol spelen bij het opnemen van water door bio-SAP.